

AN INTRODUCTION TO
ASTRONOMY

天文學趣談之

宇宙璇璣

王 卿 卿 · 遠東出版社出版

011905

P1-49

182

宇宙璇璣

AN INTRODUCTION TO ASTRONOMY

仕會著



Wa c0011905

香港捷藝出版社出版

第七机械工业部五院情报室

藏 书

宇宙瓊瓊

出版者：捷藝公司（出版部）
九龍深水埗欄樹街17號八樓

承印者：金冠印刷公司
九龍紅磡差館里三至五號

裝釘者：永美印刷製本公司
北角七姊妹道16號地下

版權所有 * 不准翻印

一九七七年八月版

定價：港幣十八元正

序 言

天文學是一門既古老又年青的科學。說古老是它對於人類歷史淵源最久；說年青是它對於宇宙發展過程，迄今一切成就到底還是比較初步的。天文學的發展，首先由於季節性生產和活動，然後由於通商，第三由於其他科學發展的需要和促進。而生活在宇宙中的人類，也自然對周圍宇宙現象的研究產生興趣。古代由於科學不發達，人們對宇宙的觀察和見解不免摻雜大量神秘、臆斷的成份。自從哥白尼學說引起天文學革命以來，天文學就踏入了科學的時代。今天，天文學所包含內容之廣，所探索問題之深，所獲得成就之鉅，不僅古人無法想像，即今人亦往往覺得不可思議。天文學所揭示的光怪陸離的宇宙奇景，機微奧妙的物質規律，驚心動魄的天體運動，令人稱奇，令人神往，令人歎為觀止。

渴望了解天文知識，了解周圍宇宙世界的奧秘，是為數衆多的天文愛好者的願望。天文學的研究和發展以及天文知識的普及傳播，從來就是並行不悖，相得益彰。今天天文學發展到了如此廣闊和深入的時候，普及天文知識就不是輕而易舉的事。一則容易產生過深過細的毛病，不利一般讀者接受，一則又會囿於情況羅列介紹而說理不足，難饜讀者之需求。為避免上述毛病，本書力求以精簡之篇幅，扼要介紹天文學一切領域的基本知識和成就；盡量用普通數理工具，說明天文現象和研究的方法；用通俗的描寫，解釋宇宙物質

運動的道理；用豐富的圖表，揭示宇宙的面貌。所望者在科學發展日新月異的今天，盡吾儕普及科學知識的責任。唯著者因水平所限，雖欲爲鉛刀之用，而難免美芹之嫌，深盼讀者全人批評指教。

著者

一九七七年・五月

目 次

1. 天穹及其現象

1. 天穹和天體·····	5
2. 天球及其坐標·····	6
3. 周日運動·····	11
4. 太陽周年運動·····	15
5. 黃道十二宮和二十八宿·····	19

2. 時間和曆法

1. 時間的計量·····	21
2. 地方時、世界時和區時·····	25
3. 恒星時系和平太陽時系統的換算·····	27
4. 曆法·····	28

3. 天文觀測

1. 天文望遠鏡·····	32
2. 其他天文儀器·····	39
3. 天文測量和天體坐標測量·····	43
4. 光度測量·····	48
5. 色指數·····	51
6. 光譜觀測·····	51
7. 射電觀測·····	58

4. 地球和月球

1. 地球的形狀、大小和質量·····	62
---------------------	----

2. 地球的自轉·····	66
3. 地球的大氣層·····	67
4. 地球的內部·····	69
5. 月球的一般狀況·····	71
6. 月球的距離、大小和質量的測定·····	74
7. 月相·····	79
8. 日月交蝕·····	81

5. 太陽系

1. 太陽系一般狀況·····	85
2. 大行星簡介·····	89
3. 行星的視運動·····	95
4. 行星視運動的解釋——兩種相反的系統·····	97
5. 行星的橢圓運動·····	101
6. 行星會合周期和公轉周期的關係·····	103
7. 行星的軌道根數·····	104
8. 小行星·····	105
9. 彗星·····	105
10. 流星·····	109

6. 萬有引力

1. 力學從刻普勒到牛頓·····	114
2. 萬有引力定律·····	115
3. 刻普勒定律的更普遍形式·····	117
4. 萬有引力在解決太陽系的運動中的作用·····	119
5. 更普遍的引力定律·····	126

7. 太陽

1. 太陽的距離、大小和質量·····	128
2. 太陽的亮度、軸射能和溫度·····	131
3. 太陽的構造·····	133

4. 日面現象·····	136
5. 太陽的光譜·····	141
6. 太陽的能量來源·····	146
8. 恒星及星座	
1. 恒星，星座及星名·····	149
2. 星座辨認——拱極星及其附近的星·····	150
3. 星座辨認——天頂附近星座·····	152
4. 星座辨認——黃道附近星座·····	155
9. 宇宙恒星	
1. 恒星的視差·····	162
2. 光行差·····	163
3. 恒星的光度·····	165
4. 恒星的大小和溫度·····	167
5. 恒星的光譜·····	167
6. 赫羅圖·····	174
7. 恒星和太陽的運動·····	176
8. 雙星·····	181
9. 恒星的質量·····	188
10. 變星·····	190
11. 新星、超新星和不穩定星·····	195
10. 星團、星雲、銀河系和星系	
1. 星團·····	199
2. 星雲·····	204
3. 銀河和銀河系·····	208
4. 河外星系·····	216
5. 星系團，超星系和總星系·····	219
6. 奇異的河外天體·····	223
7. 總星系的膨脹·····	224

11. 天體的起源和演化

1. 恒星的起源和演化·····	226
2. 太陽系的起源和演化·····	228
3. 宇宙結構和宇宙演化·····	230

附表

1. 化平太陽時爲恒星時改正量 $m\mu$ 表·····	232
2. 化恒星時爲平太陽時改正量 $S\mu$ 表·····	232
3. 世界時零時的恒星時推算表·····	233
4. 蒙氣差表·····	233
5. 水星視現象表·····	234
6. 金星視現象表·····	237
7. 火星視現象表·····	238
8. 木星視現象表·····	239
9. 土星視現象表·····	241
10. 行星連珠表·····	243
11. 九大行星軌道根數表·····	244
12. 亮星表·····	245
13. 目視雙星表·····	246
14. 疏散星團表·····	247
15. 球狀星團表·····	248
16. 彌漫星雲位置表·····	248
17. 河外星系表·····	249

天文大事年表·····	250
-------------	-----

附錄 天體坐標變換的簡易圖解法·····	254
----------------------	-----

星圖 1·····	259
-----------	-----

星圖 2·····	261
-----------	-----

1. 天穹及其現象

§ 1. 天穹和天體

日間，當萬里無雲的時候，我們抬頭便見穹隆而高的蒼天，耀眼的太陽在這蒼穹中運行；而當夜幕低垂，則往往可見一規明月，滿天星斗，淡淡銀河橫恆南北。它們都彷彿位在半球形的天穹上。漢代太玄經便這樣認為：“天穹隆而周乎下”。其實，天空是無邊無際的。日月星辰離我們很遙遠，肉眼無法判別其距離，於是便覺得它們都在天穹上面。

現在大家都知道，我們生活着的地球是廣闊宇宙中一個星球。然而，我們平日間却看不見整個地球。古人憑直觀感覺，便以為天圓地方，日月星辰依附在水晶球般天穹上，日夜圍繞大地而旋轉。漢代靈憲說：“天體於陽，故圓以動；地體於陰，故平以靜。”外國的許多民族從前也有類似的宇宙觀。正所謂“不識廬山真面目，只緣身在此山中。”隨着科學的發展，人類知識日漸豐富，人們才越來越認清我們這個天地的“廬山面目”。

地球及地球以外的東西通稱天體。日常肉眼所見到的天體是太陽、月亮、五大行星、恆星、銀河、流星等。此外還能看見一些星雲，不過肉眼看來仍然像恆星般一個光點。偶爾能看到彗星、新星。望遠鏡及其他科學儀器的發展，使我們知道廣闊無垠的天空裏，還有小行星、其他行星、衛星、彗星，更有數不完的恆星、星雲、星團和星系，以及許許多多星際物質、射電源……。包羅萬象的偉大的宇宙，以無比豐富多彩的姿態顯示在我們眼前。現在，除了自然

的大體外，宇宙還有她驕傲的兒子——人類所創造的人造衛星、宇宙飛船等人造天體。

§ 2. 天球及其坐標

天圓地方、天動地靜，固然是謬誤的，但它是人類觀測天文的直觀感覺，所以仍然不妨作為研究天體現象的出發點。由於一切天體離我們都很遙遠，觀測地點不同，不會引起它們的方向有顯著的變化，這樣，可以把它們看作分佈在以觀測地點為中心，半徑為一單位的巨大球面上。也就是說，只管它們的方向，不管它們的距離，這個球稱為天球，天球是研究天體視位置和視運動的很有用的輔助工具。有時，天球中心取為地球中心甚或太陽中心，那麼，觀測地點的資料就要進行一些歸算工作。

地球在繞着地軸旋轉，反映在天球上是天球的相反旋轉。把地軸無限延伸，碰到天球上兩個點叫作天極。在北方的 P 點稱北天極（圖1），在南方的 P' 點稱南天極。 PP' 稱天軸，天球每天繞着天軸自東往西旋轉一周。

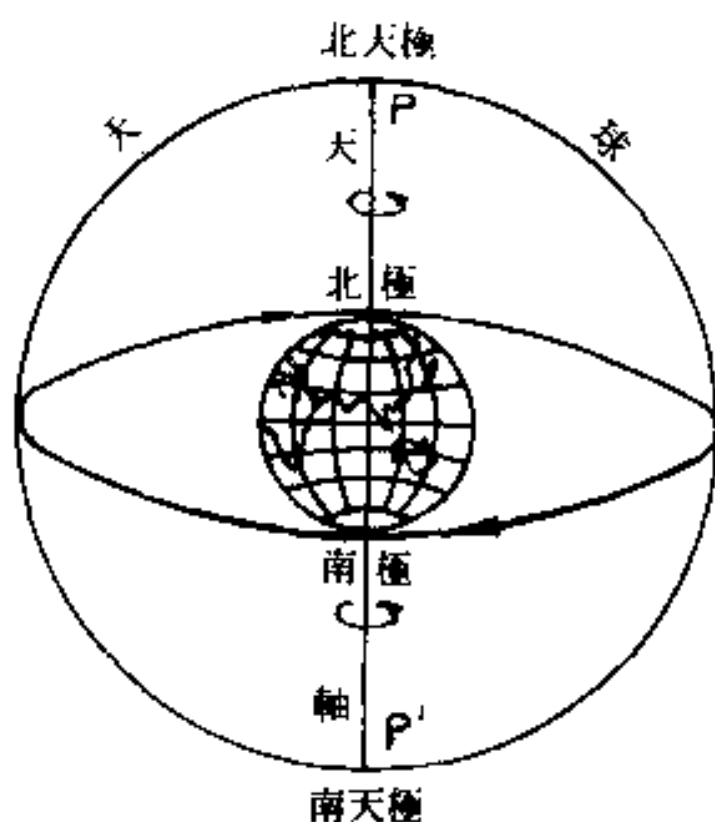


圖1 地球和天球

爲了表示天球上天體的位置，就必須在天球上定出一些基本平面；它們和天球相交成的圓弧，作爲比較天體位置的基本圈。這些基本平面應選擇通過天球中心且互相垂直的那些平面。那末它們和天球交出的基本圈是大圈，即圈的半徑和天球半徑相等；兩個基本圈在交點處互相垂直。

選定了基本圈，便可以仿照表示地球表面上各地的地理位置一樣來表示天體在天球的位置。地理位置是這樣表示的：取過球心而垂直於地軸的平面——赤道面，以及通過地軸和英國格林威治天文台的平面——本初子午面爲基本平面（圖 2），它們和地球表面相交得大圈 $QQ'G'G'$ 和 $PGP'G'$ 。前者稱赤道圈，後者半個圈 PGP' 稱本初子午圈。平行於赤道平面的平面和地球相交的小圈稱緯圈或平行圈；通過地軸的平面和地球表面相交得大圈之一半稱子午圈或經圈。顯然，過地球表面一點僅能作一個經圈和一個緯圈。

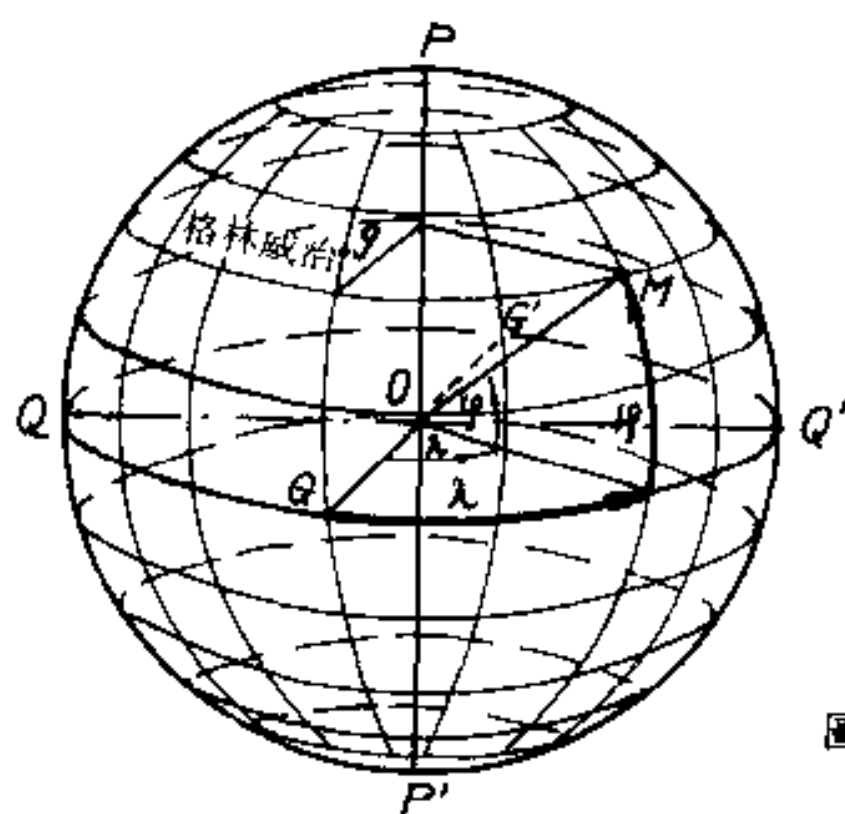


圖 2 地理坐標

本初子午圈到地球上某點的經圈在赤道上截得的弧長所對的圓心角稱某點的經度，記爲 λ ；該點的緯圈和赤道在經圈上截得的弧長所對的圓心角稱該點的緯度，記爲 φ 。對於東半球， λ 自本初子午圈往東量度，稱東經；西半球則往西量度，稱西經。北半球 φ 爲正，稱北緯；南半球 φ 爲負，稱南緯。容易明白，經圈上各點經度

相同，緯度不同；緯圈上各點緯度相同，經度不同。如果我們不考慮地球半徑的長度，並以圓心角的度數來表示弧長，就得到我們所熟知的地圖上表示地理經緯度的方法。

把這個方法推廣到天球上去，從地球中心向天球作中心投影，地球上的赤道、經圈、緯圈投射到天球上，就得到天球的天赤道、赤經圈和赤緯圈。天赤道是一個基本圈；但是，由於天球在旋轉着，本初子午圈在天球上沒有固定的投影位置，所以我們需得找一個天球上固定的赤經圈作為基本圈。這就是春分點（春分點意義見後）的赤經圈。

圖 3 中， PP' 是天軸， Υ 是春分點， $Q\Upsilon Q'$ 是天赤道， $P\Upsilon P'$ 是春分點赤經圈， S 是某天體，通過 S 可以作一個赤經圈 PSP' 和一個赤緯圈 qSq' 。在天赤道上自春分點逆時針（從北天極看）到某點赤經圈的弧長（以角度表示）稱該點的赤經，記為 α ；該點赤緯圈和天赤道在赤經圈上截得的弧長稱該點的赤緯，記為 δ 。若該點在天赤道以北， δ 為正；在天赤道以南， δ 為負。這種表示天體位置的坐標稱赤道坐標。一般，赤經以時、分、秒的單位來量度。一圓周等分為 24 時，每時 60 分，每分 60 秒。注意不要把這個量度角度的單位和量度時間的單位混淆起來。天文上採取這樣的單位，目的是便於計算，因為天球 24 時旋轉一周。時、分、秒的單位記為 “ h 、 m 、 s ”，它和 “ $^{\circ}$ 、 $'$ 、 $''$ ” 的單位換算關係是

$$1^h = 15^{\circ}, 1^m = 15', 1^s = 15'', 1^{\circ} = 4^m, 1' = 4^s, 1'' = 0.06^s。$$

在實際觀測中，有時候儀器只能按水平面來放置，這時就需用地平坐標來表示天體位置。

在觀測地點，把鉛垂線向上、下方延伸，碰到天球的點稱天頂和天底，在圖 4 中分別以 Z 和 Z' 表示。過球心垂直於鉛垂線的平面稱地平面，與天球交得地平圈 $NESW$ ；過球心、天頂、天極的平面是觀測地點的子午面，與天球交得子午圈 $NPZS$ 。取地平圈和子午圈作基本圈，過天頂、天底的大圈的一半稱地平經圈，垂直於鉛垂線的平面和天球相交得的小圈稱地平緯圈。子午圈和地平圈交得北

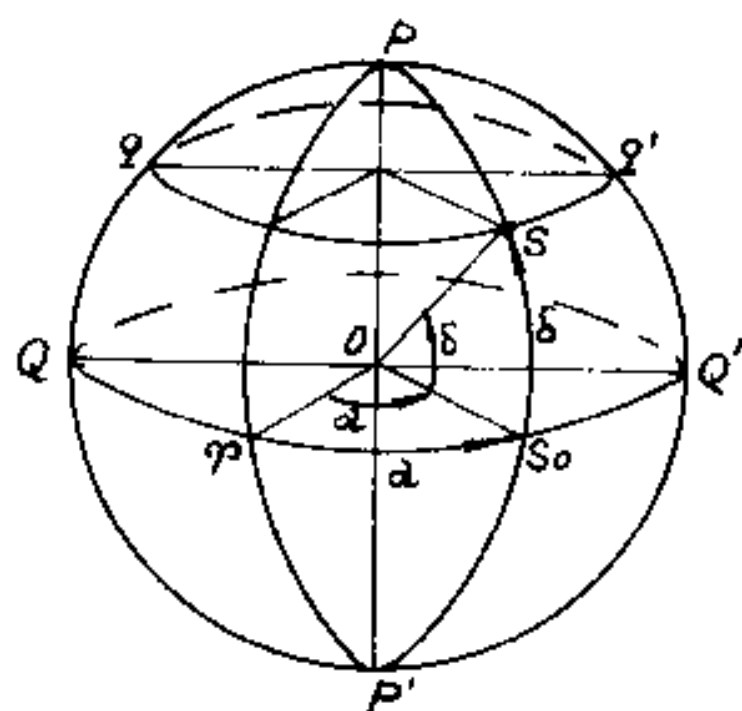


圖3 赤道坐標

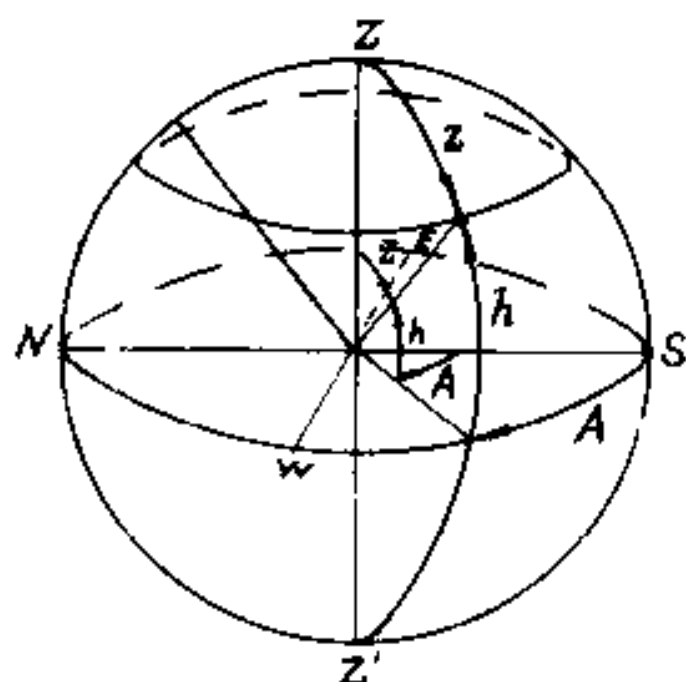


圖4 地平坐標

點 N 和南點 S 。在地平圈上，自南點順時針到某點的地平經圈的弧長稱該點的地平經度，記為 A ；該點地平緯圈和地平圈在地平經圈上截得的弧長稱地平緯度或高度，記為 h 。若天體在地平以上， h 為正；在地平以下， h 為負。在地球表面上觀測，只能看見 h 為正的天體。另外，由天頂沿地平經圈到某點的弧長，稱為該點的天頂距，記為 z 。我們有

$$z + h = 90^\circ \cdots \cdots (1-1)$$

即天頂距和高度 h 為餘角。

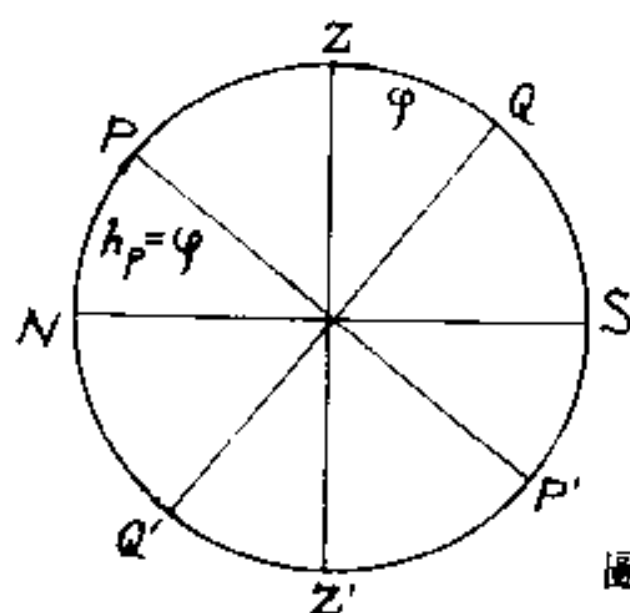


圖5

在圖5中， PQP' 是子午圈， QQ' 直綫是天赤道面， NS 直綫是地平面。 Z 是天頂，它實即從地球中心把地面觀測點投射到天球上的點。所以，它的赤緯就等於該地的地理緯度 φ 。 P 為天極。由於 $\widehat{QZ}$ 等於 $\widehat{PN}$ ，所以天極的高度 h_p 就等於緯度 φ 。

設天球上有天體 M (圖 6)，它與天極 P 、天頂 Z 用大圈連起來，和 $\widehat{PZ}$ 構成球面三角形 PZM 。這稱定位三角形。定位三角形是天體測量和天文測量的解算基礎，其中 $\widehat{PZ} = 90^\circ - \varphi$ 、 $\widehat{PM} = 90^\circ - \delta$ 、 $\widehat{ZM} = z$ 。球面三角形的角以大圈所在平面的二面角來量度，所以， $\angle PZM = \widehat{NM'} = 180^\circ - A$ ， $\angle ZPM = \widehat{QM_0} = t$ 稱天體的時角， $\angle PMZ = q$ 稱星位角。由於天球在旋轉，定位三角形只有 $\widehat{PZ}$ 和 $\widehat{PM}$ 兩邊不變，其他量都在改變着，其中時角和天體赤經與時刻有簡單的關係，它等於天赤道上自子午圈順時針（從北天極看）到天體赤經圈的弧長。它的單位一般也以“ h 、 m 、 s ”來計算。

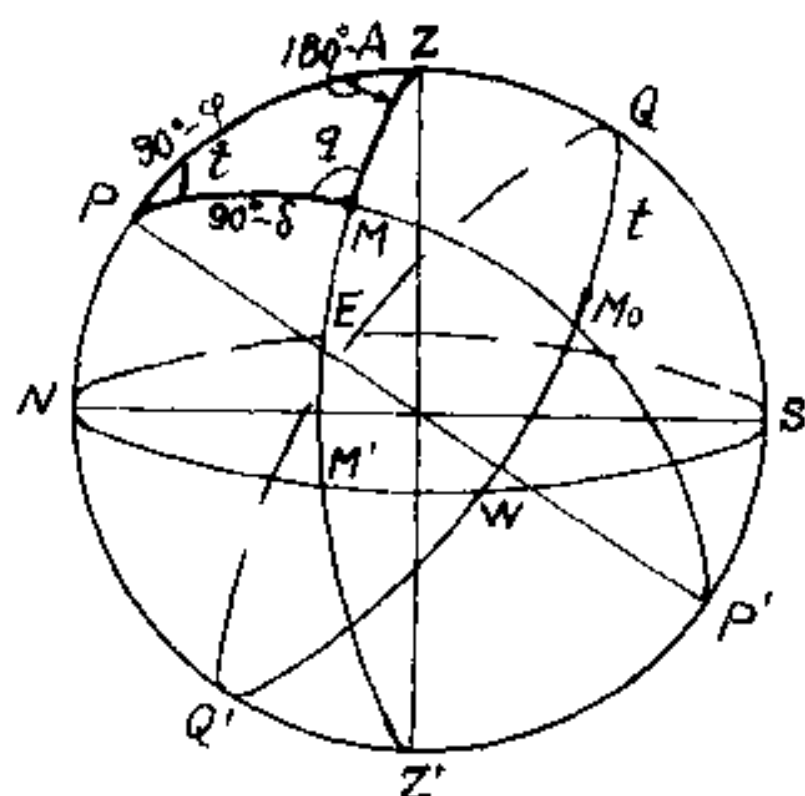


圖 6 定位三角形

由定位三角形，按球面三角學，可以從一些已知量求另一些未知量，也可以進行天體坐標的變換。例如，由已知 z 、 A 求 δ 、 t 的公式有：

$$\left. \begin{aligned} \sin \delta &= \sin \varphi \cos z - \cos \varphi \sin z \cos A \\ \cos \delta \sin t &= \sin z \sin A \\ \cos \delta \cos t &= \cos z \cos \varphi + \sin z \sin \varphi \cos A \end{aligned} \right\} \dots\dots (1-2)$$

由已知 δ 、 t 求 z 、 A 的公式有：

$$\left. \begin{aligned} \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \sin z \sin A &= \cos \delta \sin t \\ \sin z \cos A &= \sin \delta \cos \varphi + \cos \delta \sin \varphi \cos t \end{aligned} \right\} \dots\dots (1-3)$$

書本附錄載有這兩種坐標變換的簡易圖解法。

§ 3. 周日運動

太陽、月亮以及其他天體，每天都在東升西沒。也就是說它們依隨着天球每日圍繞大地而旋轉、這稱天體的周日運動。周日運動是地球自轉的視現象。我國古代的渾天家，認為天如鷄卵、地如卵中黃，天內外都有水“浮天載地”（圖7）。天球像車輪般運轉，故天體有周日運動，半在地上，半在水下。這自然是荒謬的，前面說過，在研究天體視現象時，不妨採用天球和天旋地靜的概念，所以我們暫時做一下渾天家吧。

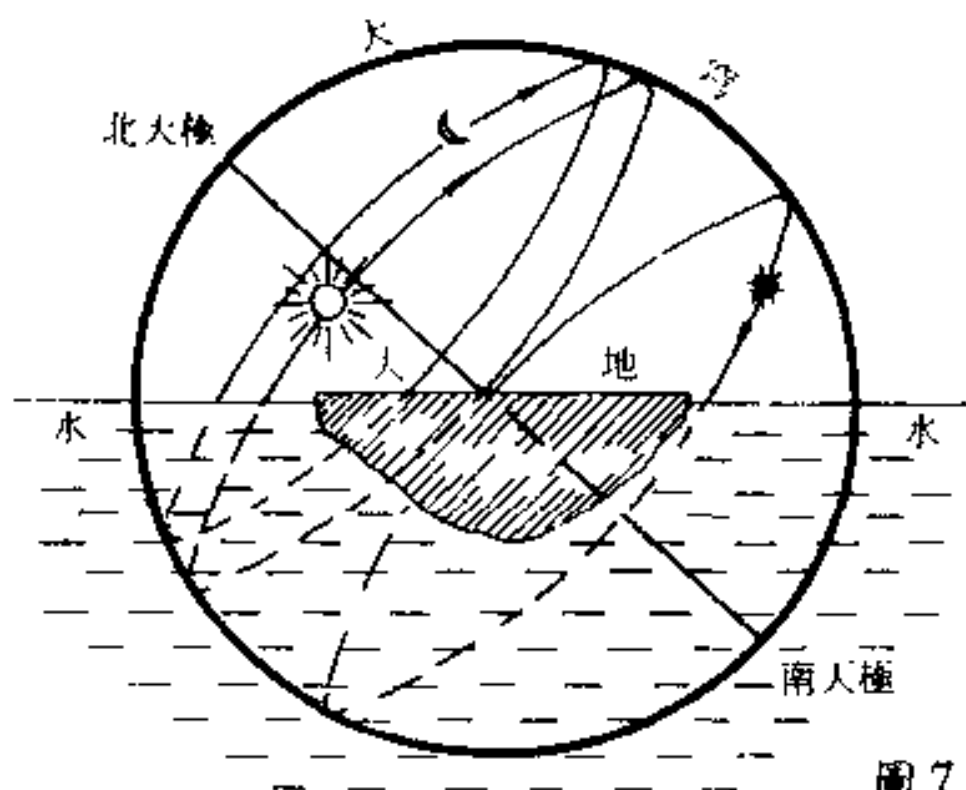
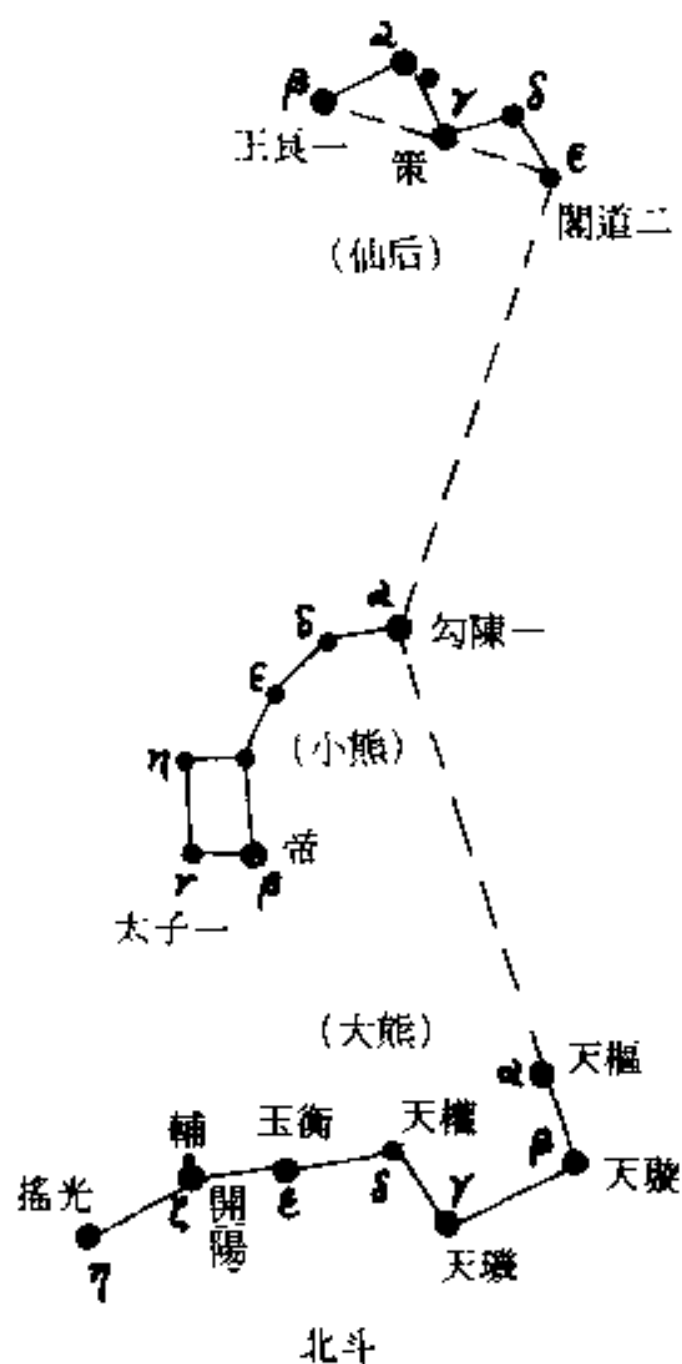


圖7 渾天說的天地模型

仔細觀察北方星空，我們會發現越靠近北天極，星星周日運動畫出的圓圈半徑越小。最靠近北天極，離它只有50'的地方，有一顆較亮的星，這是小熊座 α ，中名勾陳一，看來總是不動似的。我們叫它北極星，要是你不肯定哪一顆是北極星，你可以先找到著名的大熊座北斗七星，夏季黃昏，它在北方最靠近天頂，春天它在東側，秋天它在西側。這七個星排列起來像個舀水的杓（圖8）。從它的天璇向天樞畫一根綫並延長五倍左右，就碰到北極星。冬季北斗星沒入地平，則可先找出靠近天頂的仙后座，它像英文字母W或M，從它的閣道二作一條垂直於王良一的綫，向北延伸碰到的亮星就是北極星。

北天天體的周日運動，看起來就是星星們圍繞着北極星而打轉，所以論語說：“…譬如北辰，居其所而衆星共之。”天體周日運動畫出的圓圈，就是赤緯圈，又稱周日平行圈。由於天球在均勻旋轉，所以天體的時角便均勻地變化；但地平經、緯度的變化就複雜了。

圖 8



★共，同拱，環繞，環抱意。